

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫВОД ФОРМУЛЫ СКОРОСТИ ЧТЕНИЯ, ОСНОВАННОЙ НА УЧЕТЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

¹Тарасов Д.А., ¹Ахметова А.Е., ¹Сергеев А.П., ¹Тягунов А.Г.

¹ФГАУ ВПО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Россия, Екатеринбург, Мира-32, 620002, E-mail: datarasov@yandex.ru

Для оценки качества восприятия текстовой информации предложена формула расчета средней скорости чтения текста на русском языке. В качестве независимых переменных использованы следующие пространственные характеристики текста: средняя ширина символа, количество строк на одной полосе используемого шрифта, средняя количество букв в слове, слов в строке, длина строки, межстрочный интервал. Учтены результаты исследований оculoмоторной активности при чтении текстов на английском и немецком языках, высказано предложение о влиянии языковой специфики на константы в формуле. Показаны пути уточнения формулы и направления проверки ее применимости.

Ключевые слова: скорость чтения, текст, фиксации движения глаз, саккады (микродвижения глаз в процессе визуального восприятия).

JUSTIFICATION AND CONCLUSION OF A FORMULA OF SPEED OF READING THE NEXT INFORMATION BASED ON THE ACCOUNTING OF SPATIAL CHARACTERISTICS

¹Tarasov D.A., ¹Akhmetova A.E., ¹Sergeev A.P., ¹Tyagunov A.G.

¹Ural Federal University, Russia, Yekaterinburg, Mira-32, 620002, E-mail: datarasov@yandex.ru

The formula of assessment of the average reading speed of texts written in Russian is performed. The independent variables used are the spatial characteristics of the text: the average character width of the font used, the average number of letters in a word, the average number of words per line, size of line spacing. The important spatial parameter influencing reading speed is "the visual interval" (visual span) — quantity of adjacent letters which can be distinguished during fixing (without the movement of eyes). Speed of reading depends only on several factors describing spatial structure of the text. Speed of reading all text is proportional to the speed of reading one line and quantity of lines on one strip. The ways of further refinement of the formula are shown.

Key words: text, spatial characteristics of the type page, reading speed, saccades (micromotion of eyes in the process of visual perception), fixations.

Введение

Форма подачи текстовой информации влияет на степень ее усвоения. Эстетические характеристики текста, отношение читателя и его настроение при чтении также влияют на скорость чтения и восприятие информации из текста [1]. Зрительная форма и содержание читаемого текста описываются большим количеством признаков, влияющих на оculoмоторную активность читателя, что создает трудности при интерпретации экспериментальных данных и построении общих моделей чтения [2] и рассмотрения внетекстовых факторов, в том числе, типографики и пространственных характеристик текстовой информации. До настоящего времени в литературе отсутствует единое мнение о влиянии пространственных характеристик на восприятие текстовой информации.

Цель настоящей работы – вывод формулы скорости чтения как функции набора пространственных характеристик текстовой информации в конкретном полиграфическом исполнении, исходя из особенностей окуломоторной активности читателя.

Анализ состояния проблемы

Одним из основных критериев качества восприятия текстовой информации является скорость чтения. Впервые скорость чтения как показатель удобочитаемости была предложена А. Вебером [3]. Е.А. Тейлор [4] изучил различные методики оценки удобочитаемости и установил, что для скорости чтения характерен большой индивидуальный разброс.

В [5] показано отсутствие влияния длины строки на понимание и обнаружено, что при использовании текста кеглем 12 пт скорость чтения растет вместе с увеличением количества символов в строке, при этом респонденты, участвовавшие в экспериментах, предпочитали более короткую строку.

Начертание отдельных символов шрифта и их пространственные характеристики являются существенным фактором, влияющим на чтение. Строчные буквы определяют скорость чтения.

М.А. Тинкер показал, что оптимальный межстрочный интервал зависит от длины строки, типа и размера шрифта. Чем длиннее строка, тем больший межстрочный интервал требуется для разборчивости текста [6]. Более крупные кегли требуют большего пространства между строками.

М.Я. Гешевым и А.И. Колосовым было проведено исследование влияния пространственных характеристик текстов на их удобочитаемость [7]. В результате был сделан вывод, что оптимальное значение межсловного пробела и межстрочного интервала постоянно и не зависит от кегля и формата строки. Оптимальное значение кегля шрифта и формата строки тем меньше, чем больше удобочитаемость шрифта.

В.В. Капелев и Е.В. Каширкина [8] предложили методику учета величины межстрочного интервала для книжных изданий в пределах рекомендуемого интервала 1.1–1.2 с учетом допустимой длины строки и величины полей изданий на основе требований нормативной документации. Они предположили, что межстрочный интервал пропорционален длине строки.

Таким образом, величина межстрочного интервала представляется функцией нескольких переменных, зависящих от размера шрифта, параметров гарнитуры шрифта, символического состава текста и формата полосы набора.

В ряде работ по исследованиям читабельности и удобочитаемости показаны различия пространственных характеристик текстов на русском и иностранных языках, выявляющие предикторы скорости чтения и особенности восприятия текстовой информации [9].

Важным пространственным параметром, влияющим на скорость чтения, является «визуальный промежуток» (*visual span*) — количество смежных букв, которые могут быть распознаны во время фиксации (без движения глаз). Скорость чтения снижается с его уменьшением, при этом она пропорциональна средней длине саккады. Размер визуального промежутка, измеренный в количестве букв при небольшом изменении размера букв остается приблизительно одинаковым. Скорость чтения в периферической области поля зрения (до 20° по горизонтали) приблизительно равна скорости чтения в центральной области поля зрения, что можно связать с лексическим анализом читаемого текста на основе опыта респондента, участвующего в исследовании [10].

Временные параметры чтения в основном определяются саккадами и фиксациями. Детально движение глаз при чтении проанализировано, например, в работах [11]. Амплитуда саккад обычно не превышает 200'. Максимальная скорость саккады 450°/с, ее продолжительность – 0.07 с [12]. Минимальное необходимое время фиксации, достаточное для узнавания слова, составляет около 0.05 с [13]. Установлено, что при чтении около 20–30% слов взглядом не фиксируются. Обычно это предлоги, союзы, артикли и короткие (две–четыре буквы) слова. Длинные или незнакомые слова обычно требуют множественных фиксаций [14]. Пробелы между словами не фиксируются, но при их отсутствии возникают трудности чтения. Около 10–15% времени, затраченного на чтение, занимают регрессивные саккады, обычно связанные с ошибками чтения и/или понимания. В [15] показано, что количество и амплитуда саккад являются линейными функциями длины слова. Средняя длительность фиксаций составляет 0.250 с. Она практически не зависит от длины слова и имеет большой индивидуальный разброс. Установлено, что более длинная саккада ведет к более длительному времени последующей фиксации.

Анализ литературы демонстрирует существенный разброс в результатах исследований процесса чтения и влияния пространственных характеристик текста на его восприятие. Очевидно, это связано, в том числе, с отсутствием единого исследовательского подхода. До сих пор в литературе отсутствуют описания попыток вывода какой-либо

универсальной зависимости скорости чтения от набора пространственных характеристик текста. В то же время в них отмечается хорошая изученность и согласованность результатов исследований окуломоторной активности человека при чтении.

Вывод формулы скорости чтения

Анализ литературы показал, что скорость чтения зависит лишь от нескольких факторов, описывающих пространственную структуру текста. Скорость чтения всего текста без учета фактора усталости читателя, очевидно, пропорциональна скорости чтения одной строки и количеству строк на одной полосе. Среднее время чтения строки $t_{стр}$ можно вычислить, как сумму времен саккад t_c , фиксаций t_ϕ и обратного перескока на следующую строку t_o (1).

$$t_{стр} = t_c + t_\phi + t_o. \quad (1)$$

Среднее время, приходящееся на саккады при чтении строки текста зависит от среднего количества слов в строке n , от средней длины слова, т.е. средней ширины символа используемого шрифта w , и среднего количества букв в слове m . По данным [17], средняя амплитуда саккады A прямо пропорциональна среднему количеству букв в слове (2). Константа $B = 1.17$ согласно экспериментальным данным для немецкого языка и приведенному в [17].

$$A = B \times m. \quad (2)$$

Время, приходящееся на среднюю единичную саккаду $t_{сед}$:

$$t_{сед} = \frac{B}{C} \times m \times w, \quad (3)$$

Скорость саккады C варьируется и составляет в среднем $400^\circ/\text{с}$. На расстоянии чтения (0.4 м) это эквивалентно 0.336 м/с, поэтому отношение B/C можно принять равным $1.17/0.336 = 3.48$. Формула (3) примет вид (3*).

$$t_{сед} = 3.48 \times m \times w \quad (3^*)$$

Время, приходящееся на все саккады в строке t_c , определяется по (4).

$$t_c = t_{сед} \times n \quad (4)$$

Время фиксации в среднем составляет 250 мс, однако эта величина может иметь существенный разброс в зависимости от сложности читаемого текста и индивидуальных особенностей читателя. В частности, минимальным временем для распознавания слова в английском языке считается 0.05 с. В первом приближении можно считать время фиксации

константой D , равной 0.25 с. Фиксации происходят между саккадами и, очевидно, зависят от среднего количества слов в строке. Время, приходящееся на фиксации в строке t_{ϕ} , вычисляется по формуле (5)

$$t_{\phi} = D \times n. \quad (5)$$

Время обратного перескока t_o , очевидно, равно отношению его длины к его скорости, которую можно считать равной скорости саккады $C = 0.336$ м/с. Длина обратного перескока будет равна гипотенузе треугольника, катеты которого равны длине строки l и межстрочному интервалу p . Время t_o вычисляется по формуле

$$t_o = \frac{\sqrt{l^2 + p^2}}{C}. \quad (6)$$

Подставив значения t_c , t_{ϕ} , t_o из формул (3–6) в формулу (1), получим среднее время чтения одной строки текста $t_{стр}$

$$t_{стр} = \frac{B}{C} \times m \times w \times n + D \times n + \frac{\sqrt{l^2 + p^2}}{C}. \quad (7)$$

Скорость S чтения текста, состоящего из N букв и M строк, рассчитывается по формуле

$$S = \frac{N}{M \times t_{стр}}. \quad (8)$$

Выводы и заключение

Обоснование формулы скорости чтения проводилось на экспериментальных данных для английских и немецких текстов. Экспериментальных данных по результатам аналогичных исследований для русских текстов не обнаружено. Языковая специфика может повлиять на значения коэффициентов предложенной формулы. В настоящее время авторы готовят к публикации ряд материалов по результатам измерений скорости чтения текстов на русском языке.

Предполагается, что для русского языка длина саккады, рассчитанная по формуле (2), может иметь другую зависимость от количества букв в слове. Среднее время фиксации 0.250 с для русского языка также может иметь иное значение. В формуле (7) не учтен фактор сложности текста. Предполагается, что скорость чтения зависит от смысловой сложности текста, но вид этой зависимости требует дополнительного изучения.

В исследованиях чтения текста, как в междисциплинарной области, необходимо учитывать научные данные о окуломоторной активности читателей, сведения из офтальмологии и психофизики. Для проверки применимости предложенной формулы и ее

коррекции авторы намерены спланировать и провести серию экспериментов по измерению времен чтения текстов с различными пространственными характеристиками на большой выборке.

Список использованной литературы

1. Larson K., Hazlett R.L., Chaparro B.S., Picard R.W. Measuring the Aesthetics of Reading. People and computers XX: Engage: proceedings of HCI 2006, the 20nd British HCI Group annual conference, Liverpool John Moores University, UK: British Computer Society. / Bryan-Kinns N., Blandford A., Curzon P., Nigay L. (Eds.) 2007, XV, P.282. 41–56.
2. Rayner K., Pollatsek A. Eye movement control during reading: Evidence for direct control. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1981. № 12. Vol.33. Issue 4. P. 351–373.
3. Weber A. Ueber die Augenuntersuchungen in den hoheren schulen zu Darmstadt. Abtheilung fur Gesundheitspflege. Marz, 1881. 41 s.
4. Taylor E.A. The Fundamental Reading Skill. Journal of Developmental Reading. 1958. 4. Vol. 1. P.21–30 .
5. Dyson M.C., Kipping G.J. The effects of line length and method of movement on patterns of reading from screen // Visible Language. 1998. № 2(32). P. 150–181.
6. Tinker M.A. Bases for effective reading. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1965. P.136.
7. Гешев М.Я., Колосов А.И. Влияние некоторых технологических факторов набора на удобочитаемость текстов / Научные труды по технологии полиграфического производства. Моск. полигр. ин-т. — М.:1973. — С.18–21
8. Капелев В.В., Каширкина Е.В. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела . 2006 . №3. С.45–52.
9. Тарасов Д.А., Сергеев А.П., Корнилова Ю.И. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2013. №2. С.81–88.
10. Legge G.E., Ahn S.J., Klitz T.S., Luebker A. Psychophysics of reading. XVI. The Visual spans innormal and low vision //Vision Research.1997. № 14. Vol.37. P.1999–2010.
11. Yang S.N., McConkie G.W. Saccadic generation during reading: are words necessary? // European Journal of Cognitive Psychology, 2004. № 1–2. Vol.16. P. 226–261.

12. Барабанщиков В.А. Окуломоторные структуры восприятия. М.: Институт психологии РАН, 1997. 384 с.
13. Ishida T., Ikeda M. Temporal properties of information extraction in reading studied by a text mask replacement technique. //Journal of the Optical Society A: Optics and Image Science. 1989. № 6(10). P. 1624–1632.
14. Just M.A., Carpenter P.A. The Psychology of Reading and Language Comprehension. Boston, MA: AUyn and Bacon, 1987. P.518.
15. MacKeben M., Trauzettel-Klosinski S., Reinhard J., Dürrwächter U., Adler M., Klosinski G. Eye movement control during single-word reading in dyslexics // Journal of Vision. 2004. № 4. P. 388–402.